

# A EVOLUÇÃO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E DESAFIOS PARA ATENDIMENTO DOS PADRÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS)

## *DEVELOPMENT OF AIR QUALITY MONITORING AND CHALLENGES TO MEET STANDARDS OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)*

BREDER, Luiz André<sup>1</sup>

DIAS, Patrícia Mendanha<sup>2</sup>

MEDEIROS, Iuri de Oliveira<sup>3</sup>

NOBREGA, Marcelo de Jesus Rodrigues da<sup>4</sup>

**Resumo:** Neste artigo discorre-se sobre o desenvolvimento e a evolução das normas e tecnologias a respeito do monitoramento da qualidade do ar do entorno dos empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental. Pretende-se avaliar a evolução tecnológica sobre a temática e como as normativas nacionais se adaptaram às novas medidas de controle nos dias atuais. Como estudo de caso, será analisada a Resolução CONAMA nº 491/2018 à luz das diretrizes elencadas pela Organização Mundial de Saúde para monitoramento e qualidade do ar e de que forma outros países tem se adaptado para cumprimento de tais parâmetros.

**Palavras-chave:** qualidade do ar; monitoramento; padrões OMS.

**Abstract:** This article discusses the development and evolution of standards and technologies and the respect for monitoring air quality in undertakings that are subject to environmental licensing. It is intended to evaluate a technological evolution on the subject and as national norms, if adapted to the new measures of control and economic development of the current days. As a case study, CONAMA Resolution No. 491/2018 will be analyzed in the light of the guidelines defined by the World Health Organization for monitoring and quality in the way that other countries have adapted to comply with these standards.

**Keywords:** air quality; monitoring; standards WHO.

<sup>1</sup> Mestrando Engenharia Urbana e Ambiental PUC-Rio / Technische Universität Braunschweig -

<sup>2</sup> Mestranda Engenharia Urbana e Ambiental PUC-Rio / Technische Universität Braunschweig - patriciamendanhadas@gmail.com

<sup>3</sup> Mestrando Engenharia Urbana e Ambiental PUC-Rio / Technische Universität Braunschweig

<sup>4</sup> Pós-Doutor em Engenharia UERJ, Professor da UNIGAMA, CEFET-RJ e USU - engmarcelo@terra.com.br.

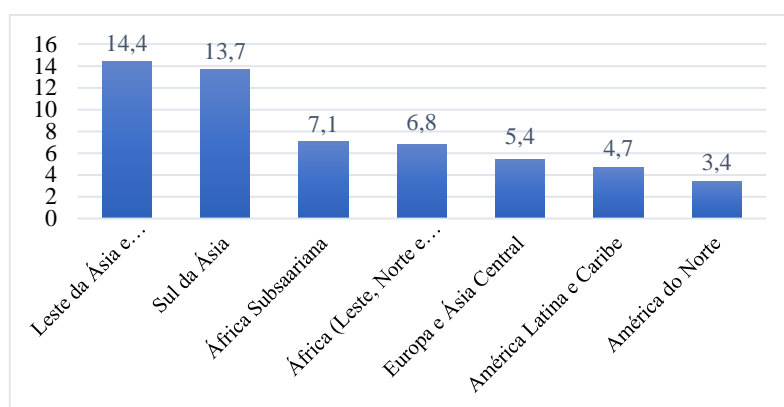
# 1 INTRODUÇÃO

Como já afirmava Meirelles (1966) desde a década de 1960, “o combate à poluição do ar exige medidas de duas ordens: técnicas e legais. De fato, não há que se falar em melhoria de padrões de qualidade do ar sem o estabelecimento de marco legais seguros e alinhados com as tecnologias disponíveis no mercado nacional. Adicionalmente, é preciso que tais normativas reflitam as tecnologias sobre o tema ao redor do mundo, adaptando-as à realidade nacional.

Até mesmo porque, os índices mostram que ainda há muito a melhorar no que se refere ao controle da qualidade do ar

Segundo estudo do Banco Mundial divulgado pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade quase 90% das mortes relacionadas à poluição do ar ocorrem em países de baixa e média renda; duas em cada três mortes ocorrem no Sudeste Asiático e no Pacífico Ocidental<sup>5</sup>.

Figura 1 - Percentual de mortandade por poluição em comparação ao valor total



Fonte: Adaptado de Banco Central (2016).

A Procuradoria Geral da República também já divulgou dado publicado em Organização Mundial de Saúde em maio de 2018 de que, a cada ano, morrem no planeta cerca de 7 milhões de pessoas em decorrência da exposição a micropartículas poluentes em suspensão no ar e, de acordo com estudos de 2019 realizado por pesquisadores do Instituto Max Planck, 8,8 milhões de mortes ocorrem por ano em todo mundo. No Brasil, a estimativa é de que 50 mil mortes anuais decorrem da poluição atmosférica<sup>6</sup>.

Não obstante, a norma referência no Brasil sobre monitoramento e qualidade, publicada em 2018, ainda é objeto de diversas críticas formuladas por especialistas na área, que afirmam que a normativa ainda não está alinhada com os parâmetros globais sobre o tema.

<sup>5</sup> Disponível: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2019/06/Avaliacao-491.18-rev3final.pdf>, acesso em 15.mar.20.

<sup>6</sup> Disponível: <https://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2019/06/adi-6148-peti%C3%A7%C3%A3o-inicial.pdf>, acesso em 15.mar.20.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão de literatura

#### 2.1.1 Evolução histórica sobre monitoramento e parâmetros de qualidade do ar

As preocupações mais contundentes acerca dos efeitos da qualidade do ar na saúde da população e para o meio ambiente em geral iniciaram já na década de 1960, na cidade de Londres, Inglaterra. Narra-se que no ano de 1952 o evento que posteriormente ficou conhecido como “*Big Smoke*” chocou a população londrina, que vivenciou, por cerca de 5 dias, um período de poluição severa, em que a cidade ficou encoberta por um nevoeiro, causando incremento de número de mortes e doenças naquele período quando comparado com índices dos anos pretéritos e posteriores.

No Brasil a situação não foi diferente e as primeiras medidas para controle de qualidade do ar e da água foram originadas de episódio de grande contaminação, em que as empresas que captavam a água no Rio Tamanduateí, em São Paulo, ficaram impossibilitadas de proceder seu tratamento para utilização no processo produtivo.

Em razão disso, em 1955 um grupo de trabalho composto pelo Conselho Estadual de Controle de Poluição das Águas e por representantes de indústrias, como a Refinaria de Petróleo União e empresas do grupo Matarazzo, liderou as discussões sobre impactos das industriais da região do ABC Paulista.

O grupo foi transformado na chamada “Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar” (CICPAA), responsável, à época, pelo cadastramento de todas as empresas da região e dos diversos tipos de poluição causados.

O próximo passo mais significativo ocorreu, então, em 1961, com a criação do Código Nacional de Saúde pelo Decreto Federal nº 49.974-A, época em que a temática meio ambiente ainda era totalmente associada a outras agendas, como o direito à saúde e bem-estar. Tanto que naquele Decreto foi estabelecida a obrigação de que as empresas corrigissem “*inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação de águas receptoras*”:

Art. 39. As indústrias instaladas em território nacional antes da vigência deste Código ficam obrigadas a promover as medidas necessárias, com o fim de corrigir os inconvenientes e prejuízos e da contaminação de águas receptoras, de áreas territoriais e da atmosfera. [...]

Art. 42. O controle da poluição de substâncias estranhas, introduzidas na atmosfera interior e exterior e consideradas incômodas ou nocivas à saúde, será exercido pela autoridade sanitária competente.

É também o que já era previsto no âmbito das normas trabalhistas instituídas pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) instituído pelo Decreto nº 5.452/1943:

Art. 168. Deverá ser evitada, tanto quanto possível, na atmosfera dos locais de trabalho, existência de suspensões tóxicas, alergênicos, irritantes ou incômodos para o trabalho.

Não obstante a previsão genérica dessas exigências de manutenção da qualidade do ar, sempre atreladas à saúde dos trabalhadores e da população, foi somente na década de 80 que as atividades de monitoramento foram efetivamente iniciadas no País.

Conforme divulgado no sítio eletrônico da CETESB, em 1972 foram instaladas na Região Metropolitana de São Paulo 14 estações para medição diária dos níveis de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e fumaça preta, resultados que era informados diariamente à população por boletins encaminhados para a imprensa.

Apenas em 1981 foi iniciado o monitoramento automático e a avaliação, além do SO<sub>2</sub>, de material particulado inalável (MP10), ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio (NO), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC) e parâmetros meteorológicos (direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar).

No Rio de Janeiro, segundo divulgado pelo INEA, o monitoramento ocorre desde 1967, ano em que foram instaladas as primeiras estações manuais de amostragem de qualidade do ar.

Apesar de todos esses esforços, ainda incipientes e mais focado em políticas públicas do que em obrigações dos empreendimentos e atividades privadas potencialmente poluidoras, a norma federal dispondo sobre o tema foi editada, de fato, apenas em 1990 por meio da Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho daquele ano.

Nos termos do artigo primeiro da Resolução, foram conceituados como padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Foram fixados, então, padrões primários e secundários de qualidade do ar, os quais, se ultrapassados, poderiam afetar a saúde da população ou causar um mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, respectivamente.

Os limites de emissão foram estabelecidos de forma objetiva, respeitados os seguintes limites da Tabela 1 (CONAMA, 1990).

Três anos depois, em 1993, foi editada a Lei nº 8.723/1993 dispondo sobre a redução de emissões por veículos automotores, bem como impondo, expressamente, que os órgãos ambientais governamentais, em nível federal, estadual e municipal, a partir da publicação da lei, monitorariam a qualidade do ar atmosférico e fixariam diretrizes e programas para o seu controle, especialmente em centros urbanos com população acima de 500.000 habitantes e nas áreas periféricas sob influência direta dessas regiões.

Tabela 1 - Limites totais de emissões de Partículas Totais em Suspensão, Fumaça e Dióxido de Enxofre em conformidade com a Resolução CONAMA nº 03/1990.

<b>Partículas Totais em Suspensão</b>		
	Padrão Primário	Padrão Secundário
Por metro <sup>3</sup> de ar	concentração média geométrica anual de 80 mg	concentração média geométrica anual de 60 mg
Em 24h	240 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano	150 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano
<b>Fumaça</b>		
	Padrão Primário	Padrão Secundário
Por metro <sup>3</sup> de ar	concentração média geométrica anual de 60 mg	concentração média geométrica anual de 40 mg
Em 24h	150 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano	100 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano
<b>Dióxido de Enxofre</b>		
	Padrão Primário	Padrão Secundário
Por metro <sup>3</sup> de ar	concentração média geométrica anual de 80 mg	concentração média geométrica anual de 40 mg
Em 24h	365 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano	100 mg/m <sup>3</sup> de - não deve ser excedida mais de 1x vez por ano

Fonte: BRASIL (1990)

Na prática, entretanto, pouco mudou após a publicação da Lei.

Ocorre que, na seara internacional, o tema se desenvolvia a passos largos.

O ponto alto ocorreu, então, em 2005, quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou o complexo trabalho sobre o tema, denominado “guias de qualidade do ar”, indicando limites de concentração de poluentes atmosféricos que implicariam em “menor risco à saúde” e, portanto, deveriam servir de baliza para a elaboração dos padrões de qualidade do ar nacionais.

Com a publicação daquele trabalho, ficou evidenciado que os parâmetros da Resolução nº 03/1990 estavam muito defasados das evidências científicas desenvolvidas pelo tema, exigindo uma revisão imediata da normativa.

Não obstante, após longo processo de discussão, incluindo a criação de um grupo técnico no âmbito do Governo Federal (“GT Qualidade do Ar”), a norma foi alterada apenas 2018 com a publicação da Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, mais alinhada com os objetivos elencados no Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) e nos valores guia de qualidade do ar da (OMS).

Os padrões passaram a ser mais restritivos, conforme limites da Tabela 2 (CONAMA, 2018).

Entretanto, conforme passa a observar, a norma ainda é objeto de severas críticas por especialistas que entendem que as diretrizes nacionais ainda estão distantes das recomendações da OMS.

Tabela 2 - Limites totais de emissões em conformidade com a Resolução CONAMA nº 491/2018.

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		mg/m <sup>3</sup>	m/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	ppm
Material Particulado – MP10	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual	40	35	30	20	-
Material Particulado – MP2,5	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub>	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio – NO <sub>2</sub>	1 hora	260	240	220	200	-
	Anual	60	50	45	40	-
Ozônio – O <sub>3</sub>	8 horas	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono – CO	8 horas	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual	-	-	-	80	-
Chumbo – Pb5	Anual	-	-	-	0,8	-
1 – Média aritmética anual						
2 – Média horária						
3 – Máxima média móvel obtida no dia						
4 – Média geométrica anual						
5 – Medido nas partículas totais em suspensão						

Fonte: BRASIL (2018)

### 2.1.2 Críticas sobre as diretrizes da Resolução CONAMA nº 491/2018

A primeira crítica formulada por especialistas sobre a Resolução CONAMA nº 491/2019 diz respeito aos próprios limites da norma quando comparados com o trabalho da OMS.

De acordo com trabalho divulgado pela Procuradoria Regional da República da 3ª Região, citando um estudo desenvolvido pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade, os valores dos PQAr's intermediários iniciais previstos nas regulamentações brasileiras (a paulista e a do CONAMA) são muito discrepantes perante as guias da OMS, conforme exemplificado na Tabela 1.3.

Tabela 3 - Tabela comparativo entre os padrões estabelecidos pela OMS em 2005 e previstos na Resolução CONAMA nº 491/2018.

Poluentes	Tempo de amostragem	OMS 2005	Resolução CONAMA nº 491
Partículas inaláveis (MP10)	24 horas	50	120
	Média anual	20	40
Partículas Inaláveis finais (MP2.5)	24 horas	25	60
	Média anual	10	20
Ozônio (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	140

Fonte: BRASIL (2018)

A segunda crítica formulada contra a Resolução CONAMA nº 491/2018 é que sua ausência de previsão de prazos peremptórios, vejamos.

Nos termos do art. 4º, os padrões de qualidade do ar previstos na norma serão adotados sequencialmente, em quatro etapas.

A primeira etapa, que passa a vigorar após a publicação da Resolução, compreende os padrões de qualidade do ar intermediário, com exceção dos poluentes Monóxido de Carbono, Partículas Totais em Suspensão e Chumbo, cujos parâmetros de observância obrigatória já passaram a ser os padrões finais desde a publicação da normativa.

Para as demais substâncias, os padrões de qualidade do ar intermediários e finais devem ser adotados de forma subsequente, levando em consideração os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar elaborados pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente. Foi estabelecido, entretanto, que caso não seja possível a migração para o padrão subsequente, prevalece o padrão já adotado.

### 2.1.3 Poluição atmosférica

Não há como dissociar a análise dos parâmetros de qualidade do ar, do próprio conceito de conceito de poluição atmosférica, o qual está relacionado com a emissão, direta ou indiretamente, de contaminantes na atmosfera, alterando sua composição natural e causando danos aos seres vivos e recursos naturais.

No âmbito normativo, a Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, no art. 3º, em linhas gerais, descreve a poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Por sua vez, a Resolução CONAMA nº 491, de 10 de novembro de 2018, define poluente atmosférico nos seguintes termos:

Art. 2º Para efeito desta resolução são adotadas as seguintes definições:

I - poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade;

Para fins eminentemente didáticos, alguns autores realizam a classificação dos poluentes atmosféricos segundo seu estado, origem, local de exposição e composição química.

De acordo com CAVALCANTI (2010) um poluente pode ter várias origens, denominadas “fontes”. As fontes poluidoras podem ser separadas em fontes naturais, queimadas em floresta, vulcões, oceanos etc., e fontes antrópicas, advinda da atividade humana.

As fontes naturais de poluição interferem na qualidade do ar, lançam na atmosfera uma quantidade muito significativa de poluentes, apesar disso são as fontes antrópicas que geram grandes preocupações sobre a saúde e o bem-estar das pessoas nas áreas urbanas. Esse temor está relacionado ao fato de que a poluição natural está espalhada por todo o globo e a poluição antrópica é concentrada em localidades.

A poluição advinda da atividade humana pode ser enquadrada dentro da seguinte classificação entre fontes estacionárias e fontes móveis.

As fontes estacionárias são compostas pelas indústrias, refinarias, fundições e outros processos industriais, em sua maioria ocupam uma determinada região e é possível verificar o poluente na fonte geradora. Normalmente, esse tipo de fonte tem um controle de poluentes muito eficaz. A poluição advinda dessa fonte é dividida em dois grupos, o primeiro é de atividades não-industriais como hotéis, padarias, hospitais etc. o segundo está relacionado aos processos industriais.

Já as fontes móveis são formadas por veículos automotores, aviões, barcos, locomotivas, são os grandes responsáveis pela poluição nas áreas urbanas.

É inegável que a emissão de poluentes altera a composição natural da atmosfera, com tudo, ao analisar a qualidade do ar deve-se ter em mente que fatores como topografia e meteorologia precisam ser considerados, a velocidade de dispersão dos poluentes pela atmosfera depende desses fatores.

#### 2.1.4 Monitoramento da Qualidade do Ar

Para monitoramento da qualidade do ar é necessária a obtenção de informações fundamentais para identificar, quantificar e diagnosticar os efeitos nocivos à saúde. Isso permite a realização de um planejamento de ações e controle para a diminuição dessas emissões de gases e partículas poluentes.

Através dos resultados do monitoramento da qualidade do ar, é possível comparar dados e acompanhar os impactos da expansão urbana e industrial, maiores responsáveis pela emissão de poluentes.

De acordo com o site WRI BRASIL, o monitoramento é feito em poucos estados ou ainda, quando é feito, não é eficaz, inviabilizando o registro e análise da situação real.

“Vinte dos 27 estados da nação não realizam medições ou o fazem de forma ineficiente, de acordo com pesquisa do Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS) com informações públicas e dados obtidos pelo Ministério Público Federal (MPF).”



Quando o monitoramento é realizado de forma correta, com os equipamentos necessários e adequados, com medições periódicas, obtém-se dados confiáveis que podem ser analisados e comparados a parâmetros nacionais e internacionais.

Com essa base de dados consistente e confiável, podem ser tomadas as medidas relacionadas às políticas públicas, edição de novas regulamentações e fiscalizações mais aprimoradas, tudo com o objetivo de tornar o sistema mais eficiente e contributivo para a diminuição da poluição do ar e, consequentemente, a redução de gastos na saúde pública.

#### 2.1.4.1 Rede Automática de Monitoramento de Qualidade do Ar:

As redes de monitoramento da qualidade do ar são compostas por várias estações que medem continuamente parâmetros meteorológicos e concentrações de poluentes dispersos no ar. As informações meteorológicas são relevantes devido a capacidade de diluir e dissipar as concentrações de poluentes na atmosfera.

Os poluentes analisados são basicamente: óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>) e hidrocarbonetos; compostos orgânicos voláteis, como o benzeno; e micropartículas sólidas e líquidas suspensas no ar (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>). Enquanto os parâmetros meteorológicos medidos são normalmente: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação.

As informações coletadas são enviadas para uma central onde são processadas. Os dados gerados podem ser acrescidos de dados de estações móveis e de empresas privadas proporcionando uma análise mais ampla e detalhada da qualidade do ar.

#### 2.1.4.2 Rede Semiautomática ou Manual de Monitoramento de Qualidade do Ar

As redes semiautomáticas ou manuais são estações onde a aferição é feita por técnicos no local, coletando as amostras e enviando para laboratórios onde são então processadas. Os técnicos substituem filtros, executam a programação de instrumentos e fazem as leituras.

### 2.2 Estudo de caso: o monitoramento da qualidade do ar nos grandes centros brasileiros

No presente artigo, como estudo de caso, foram avaliados os sistemas de monitoramento da qualidade do ar nos Municípios do Rio de Janeiro e São Paulo, especificamente o detalhamento e localização das redes nos dois centros urbanos e os resultados disponibilizados nos sites dos órgãos ambientais licenciadores para os períodos julho/2015 a julho/2019.

## 2.2.1 Monitoramento de qualidade do ar no Município do Rio de Janeiro

Segundo o Relatório de Monitoramento de Qualidade do Ar referente ao período de 2011-2012, a rede de monitoramento municipal, em sua atual configuração, existe desde 2008, tendo sido decorrente de parceria entre a Prefeitura do Rio de Janeiro e a Petrobras, permitindo a continuidade do funcionamento nas estações do Centro, São Cristóvão, Tijuca e Copacabana e a ampliação para as estações de Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba.

Atualmente, o monitoramento no Município é realizado por estações fixas automáticas que funcionam pelo método de telemetria, sendo composta por dois terminais de comunicação (um analisador de gás e material particulado e um para sensores meteorológicos).

Os dados são registrados a cada dez minutos e enviados via internet ao Centro Supervisório do MonitorAr-Rio. A validação dos dados possui como parâmetro o percentual de médias horárias válidas – considera-se o sistema em funcionamento se disponíveis 3/4 das medidas válidas na hora; para média diária e 2/3 das médias horárias válidas no dia.

A Tabela 4 demonstra as estações e respectivas substâncias monitoradas em cada uma delas.

Tabela 4 - Disposição de analisadores de gases poluentes da rede de monitoramento da qualidade do ar

Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar										
Equipamento		Centro	Copacabana	S. Cristóvão	Tijuca	Irajá	Bangu	Campo Grande	Pedra de Guaratiba	Unidade Móvel
	SO <sub>2</sub>	x	x	x	x	X	x	x		x
	CO	x	x	x	x	X	x	x		x
	O <sub>3</sub>	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	HC					X	x	x		
	PM <sub>10</sub>	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	PM <sub>2,5</sub>					X				x
	NO <sub>x</sub>					X	x	x		x
	T	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	PP	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	UR	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	PA	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	VDV	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	RS	x	x	x	x	X	x	x	x	x

Legenda: T– temperatura, PP – precipitação pluviométrica, UR– umidade relativa, PA– pressão atmosférica, VDV – velocidade e direção do vento, RS – radiação solar.

Fonte: Adaptado de RIO DE JANEIRO (2020)

No que se refere à localização das estações, vale uma crítica. De acordo com o Relatório de Monitoramento de Qualidade do Ar 2011-2012, a seleção das estações foi realizada em dois momentos distintos. As estações de Copacabana, Centro, São Cristóvão e Tijuca foram selecionadas no primeiro momento de implantação da rede, no ano de 2000. Já as estações de Irajá, Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba foram implantadas após estudo realizado em 2009.

Ou seja, a realidade de dispersão atmosférica e modelagem da qualidade no ar no Município poderia ser muito diversa da atual. Isso é, transcorram-se 20 anos desde a implantação das primeiras estações e mais de 10 do último estudo. Logo, trata-se de avaliação que deve ser realizada periodicamente, comprovando se, de fato, os locais atualmente monitoradas tem evidenciado a realidade do ambiente urbano no que se refere à qualidade do ar.

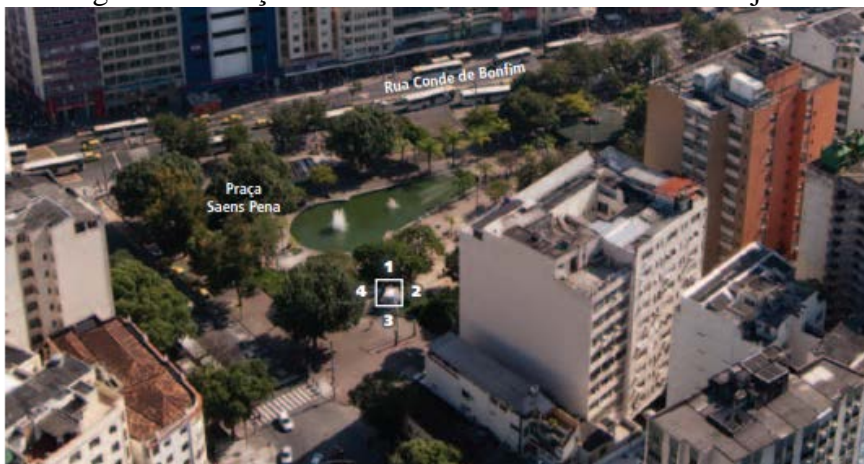
Nas Figuras 2 e 3 evidenciam imagens de algumas estações, localizadas nos bairros São Cristóvão e Tijuca.

Figura 2 - Estação automática localizada no Bairro São Cristóvão



Fonte: Próprios autores

Figura 3 - Estação automática localizada no Bairro Tijuca



Fonte: Próprios autores

Conforme relatório de 2012, de acordo com os dados no biênio 2011-2012, a Estação de Bangu apresentou o maior número de violações ao padrão de qualidade para o poluente ozônio, quando comparada às demais estações da rede, totalizando 44 ultrapassagens.

Naquele ano, segundo dados do Município, houve uma diminuição da percentagem de dias com classificação da qualidade do ar BOA, de 55% em 2011 para 45%, em 2012. Adicionalmente, houve incremento em dias com classificação REGULAR, INADEQUADA e MÁ que subiu de menos de 1%, em 2011, para 3%, em 2012.

Apesar disso, segundo o Município, os resultados ainda não demonstraram uma piora nas concentrações de poluentes atmosféricos no município, uma vez que houve a ampliação da rede de monitoramento, o que ampliaria o espectro amostral.

Chama atenção, entretanto, que apesar destes dados e, por conseguinte, a necessidade eminente de continuidade das análises para fins de se estabelecer medidas para melhoria do ar no Município e contenção dos índices, se necessário for, o Relatório de 2012 foi o último publicado no Rio de Janeiro. Desde então, a Prefeitura disponibiliza apenas os dados horários em seu site, sem qualquer espécie de avaliação qualitativa.

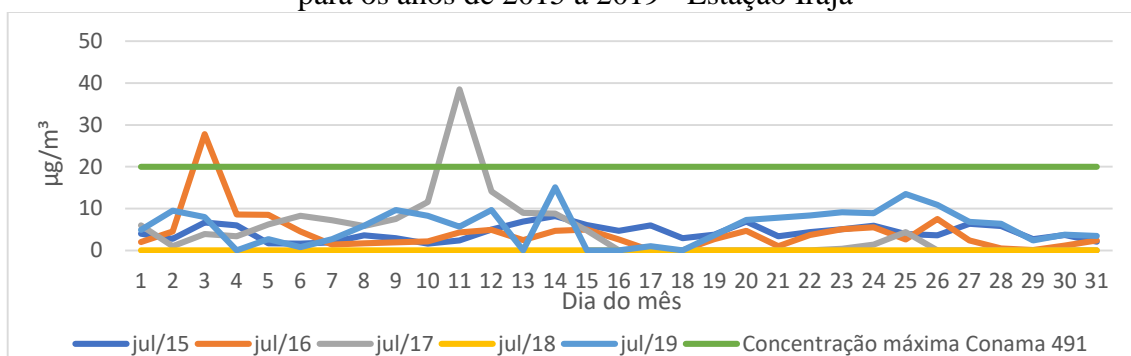
## 2.2.2 Resultados históricos da qualidade do ar no Município do Rio de Janeiro

As informações sobre as concentrações máximas dos poluentes SO<sub>2</sub>, CO, MP10, O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub> foram retiradas do Boletim Diário da Qualidade do Ar da Prefeitura do Rio de Janeiro e confrontados com as concentrações máximas estabelecidas na Resolução CONAMA nº 491/2018.

Para o presente artigo, foram analisados apenas os dados de uma estação de qualidade do ar e a escolha se pautou pela mais completa. Assim, a Estação de Irajá foi a escolhida.

A concentração de SO<sub>2</sub> ultrapassou o máximo permitido pela legislação ambiental apenas em dois dias, um em 2016 e outro em 2017, deste modo o poluente manteve-se dentro do ideal em quase toda série histórica analisada, conforme pode ser visto na figura 1. As concentrações de SO<sub>2</sub> no mês de julho de 2018 não foram coletados pela a Estação de Irajá.

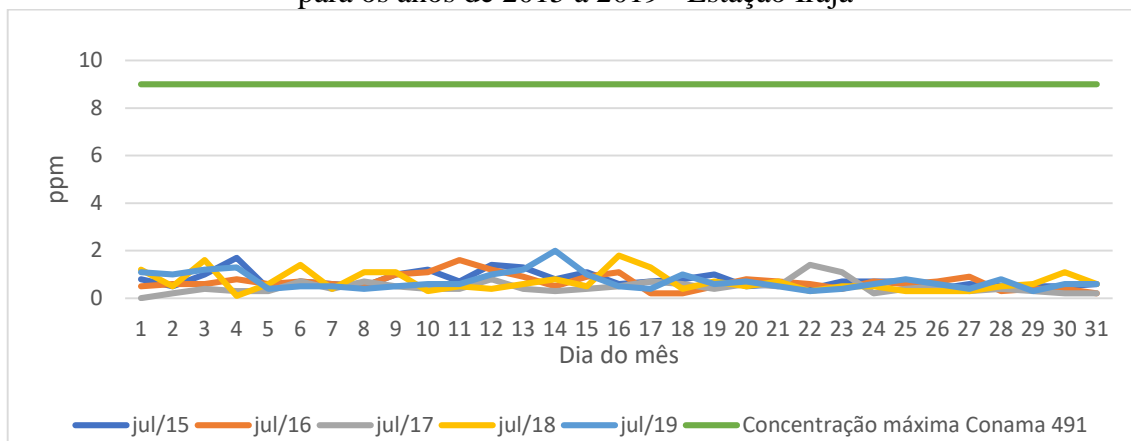
Figura 4 - Gráfico da concentração máxima de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Irajá



Fonte: Próprio autor.

Ao analisar a concentração de CO (Figura 5) observa-se que a quantidade medida ficou bem abaixo da estabelecida pela Resolução CONAMA nº 491/2018 em todos os anos pesquisados.

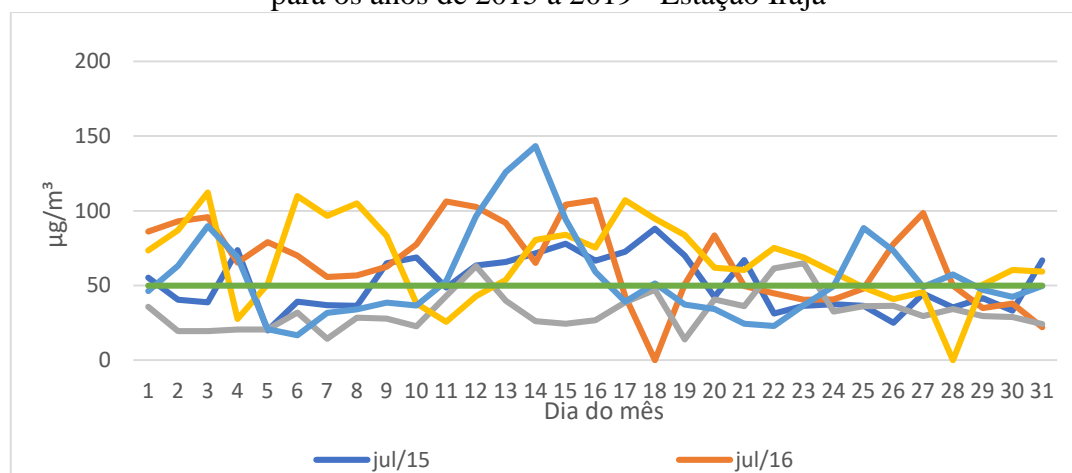
Figura 5 - Gráfico da concentração máxima de monóxido de carbono (CO) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Irajá



Fonte: Próprio autor.

A concentração de MP10 (Figura 6) ficou acima do permitido em diversos dias da série histórica, no intervalo de 2015 a 2019 foram 73 dias, 14 dias em 2015, 20 dias em 2016, 3 em 2017, 23 em 2018 e 13 em 2019, desta forma a substância analisada se manteve acima do permitido em 47% dos dias estudados.

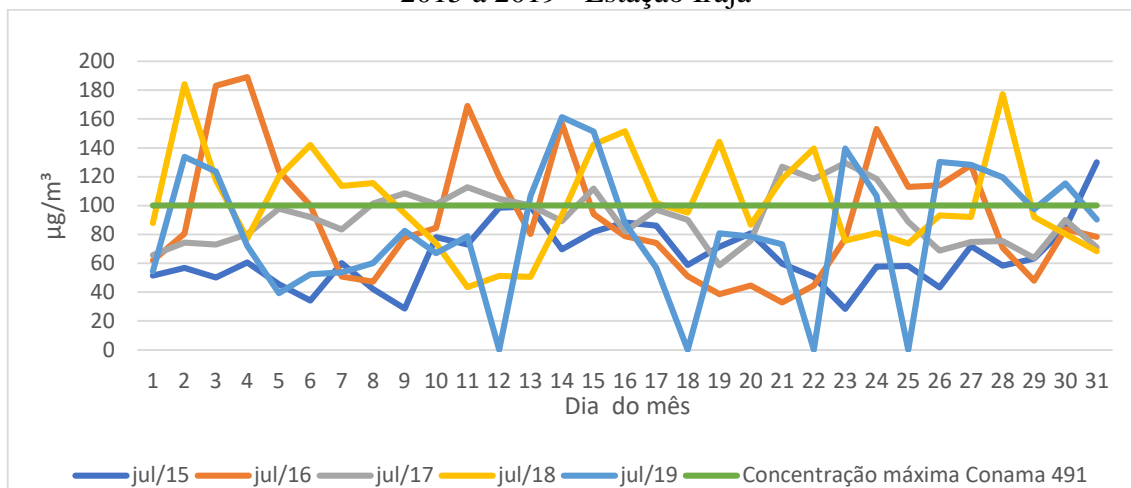
Figura 6 - Gráfico da Concentração máxima de material particulado (MP10) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Irajá



Fonte: Próprio autor.

A análise de dados dos valores de O<sub>3</sub> (Figura 7) mostraram que o poluente ficou acima do ideal em 47 dias, 1 em 2015, 11 em 2016, 11 em 2017, 13 em 2018 e 11 em 2019, assim o poluente permaneceu além do estabelecido pela legislação em 30% dos dias avaliados.

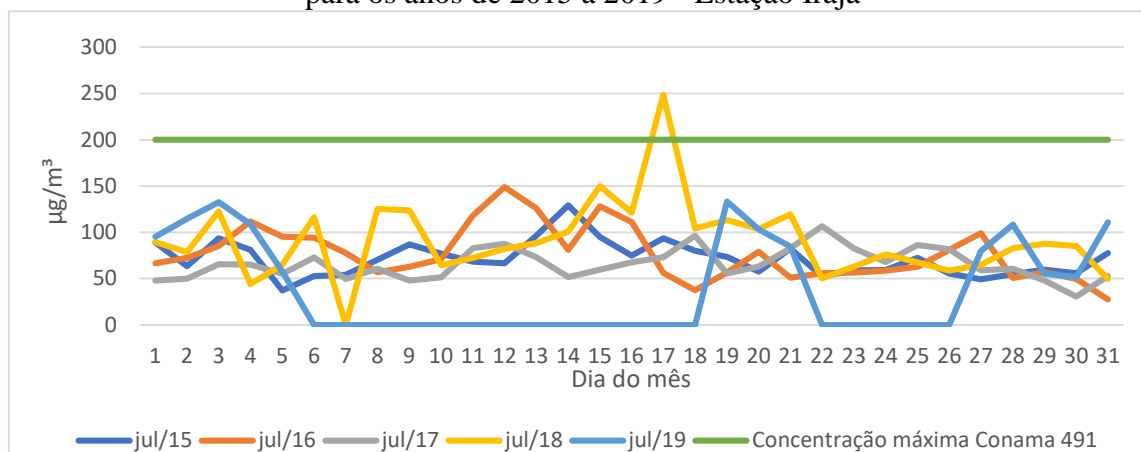
Figura 7 - Gráfico da Concentração máxima de ozônio (O<sub>3</sub>) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Irajá



Fonte: Próprio autor.

A figura 8 mostra que a concentração de NO<sub>2</sub> na Estação de Irajá ficou fora do ideal apenas em um dia no ano de 2018 e a estação deixou de medir 18 dias no ano de 2019.

Figura 8 - Gráfico da concentração máxima de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Irajá

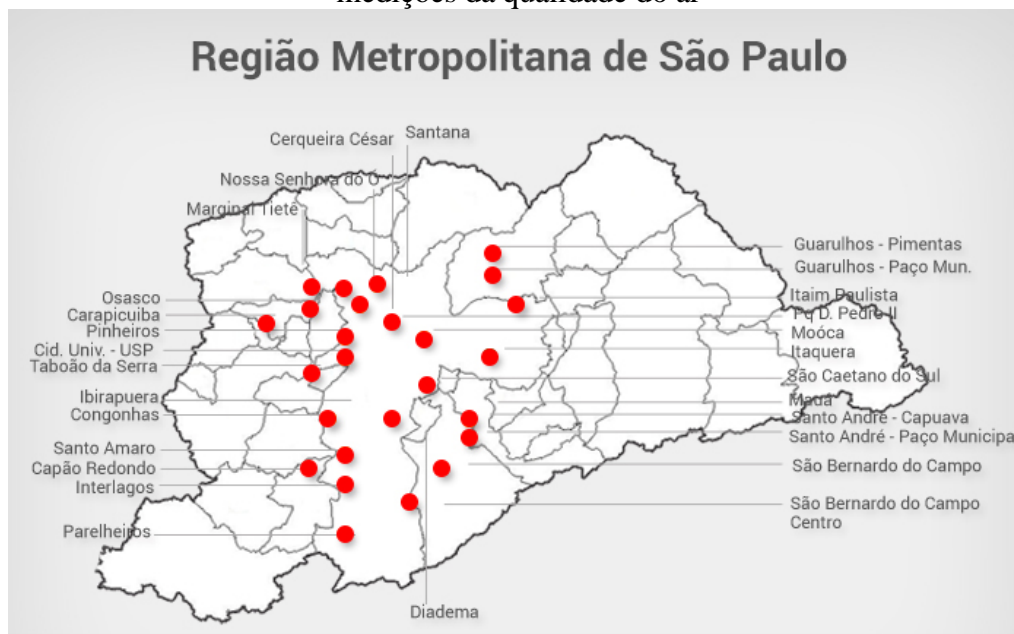


Fonte: Próprio autor.

### 2.2.3 Monitoramento da qualidade do ar no Município de São Paulo

No Município de São Paulo existem 18 estações automáticas de monitoramento do ar, localizadas em Capão Redondo, Cerqueira César, Cidade Universitária, Congonhas, Grajaú, Ibirapuera, Interlagos, Itaim Paulista, Itaquera, Marginal Tietê – Ponte dos Remédios, Moóca, Nossa Senhora do Ó, Parque D. Pedro II, Pico do Jaraguá, Pinheiros, Perus, Santo Amaro e Santana.

Figura 9 - Mapa da Região Metropolitana de São Paulo com as estações responsáveis pelas medições da qualidade do ar



Fonte: Próprio autor.

Os parâmetros monitorados em cada estação variam. Na Cidade Universitária, por exemplo, há monitoramento apenas de  $MP_{2,5}$  e  $O_3$ . Já na estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios, há  $MP_{10}$ ,  $MP_{2,5}$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ , e  $CO$ .

Segundo o sítio eletrônico da CETESB, a rede de monitoramento estadual – incluindo a do Município, é ligada a uma central de computadores, também por meio do sistema de telemetria, a qual registra ininterruptamente as concentrações dos poluentes na atmosfera<sup>7</sup>.

Ainda de acordo com o site, os dados captados nas estações são processados com base nas médias estabelecidas pelos parâmetros normativos e disponibilizados com a frequência horária na internet.

#### 2.2.4 Resultados históricos da qualidade do ar no Município de São Paulo

Em São Paulo, as informações sobre as concentrações máximas dos poluentes  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $MP_{10}$ ,  $MP_{2,5}$  e  $NO_2$ , foram obtidas através do site da CETESB e assim como os dados do Rio de Janeiro, também foram confrontadas com as concentrações máximas estabelecidas na Resolução CONAMA nº 491/2018.

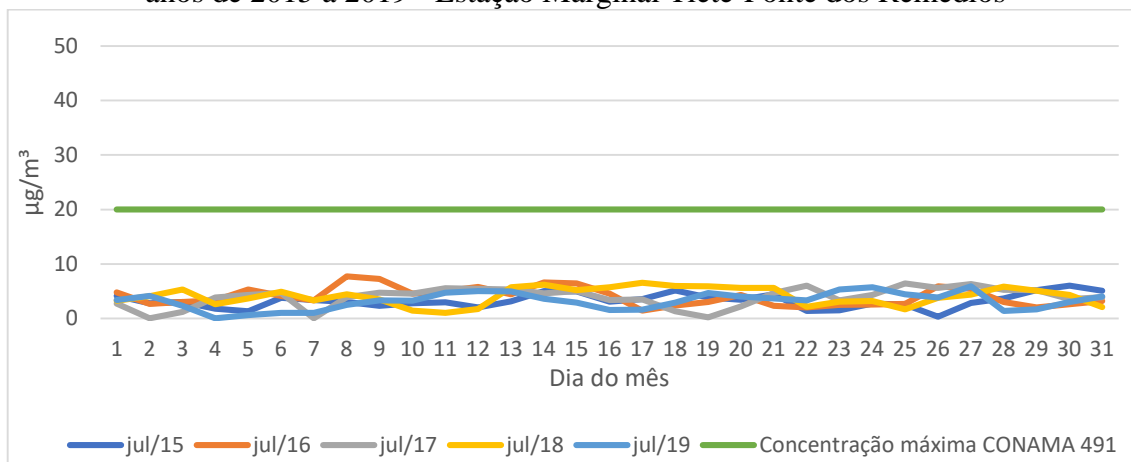
Seguindo o mesmo critério, a escolha foi a Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios, possuindo informações mais completas durante os períodos analisados que foram todos os meses de julho dos anos de 2015 até 2019.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/redes-de-monitoramento/>, acesso em 18.abr.2020



As concentrações de SO<sub>2</sub> (Dióxido de enxofre) não ultrapassaram o limite máximo permitido pela legislação ambiental durante os períodos analisados, ficando bem abaixo do estipulado.

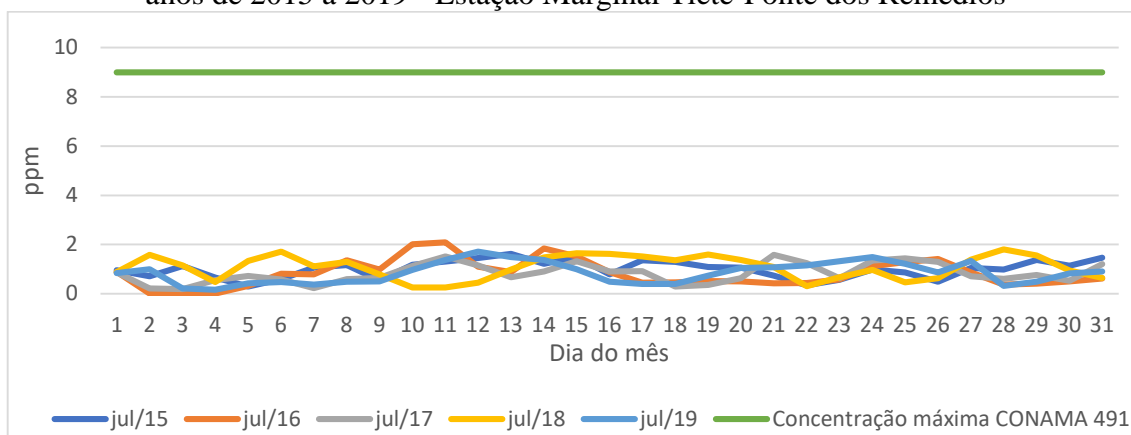
Figura 10 - Gráfico da concentração máxima de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios



Fonte: Próprio autor.

O mesmo acontece com as concentrações de CO (Monóxido de carbono) que ficaram dentro do limite máximo permitido.

Figura 11 - Gráfico da concentração máxima de monóxido de carbono (CO) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios

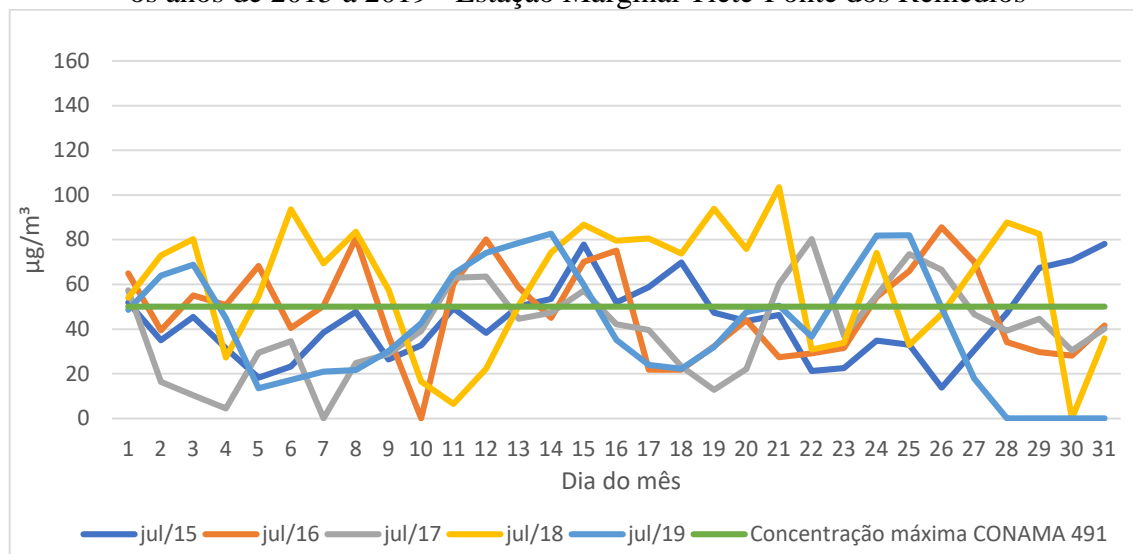


Fonte: Próprio autor.

As concentrações de MP<sub>10</sub> (Material particulado) oscilaram, ultrapassando o limite máximo estipulado pelo CONAMA em 66 dias. Neste caso, foram 10 dias em 2015, 15 dias em 2016, 9 dias em 2017, 21 dias em 2018 e 11 dias em 2019. As concentrações ficaram acima do limite 42,58% dos dias analisados.



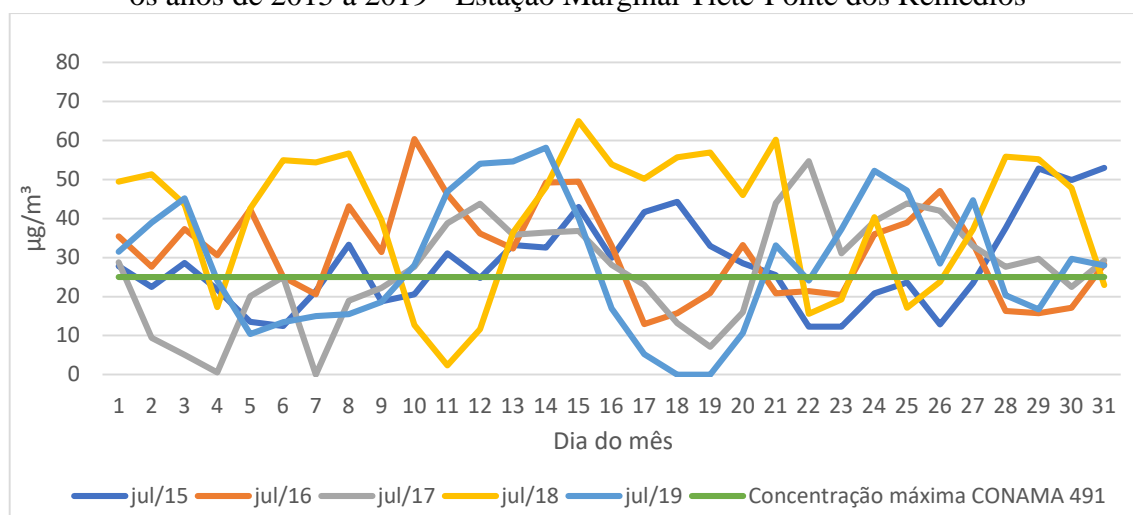
Figura 12 - Gráfico da Concentração máxima de material particulado (MP10) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios



Fonte: Próprio autor

As concentrações de MP2.5 (Material particulado), demonstraram situação ainda mais graves em relação ao limite máximo estipulado pela Resolução CONAMA nº 491/2018. Durante o período analisado, o limite foi ultrapassado em 94 dias, sendo 17 dias em 2015, 20 dias em 2016, 18 dias em 2017, 22 dias em 2018 e 17 dias em 2019. As concentrações ficaram acima do limite 60,69% dos dias analisados.

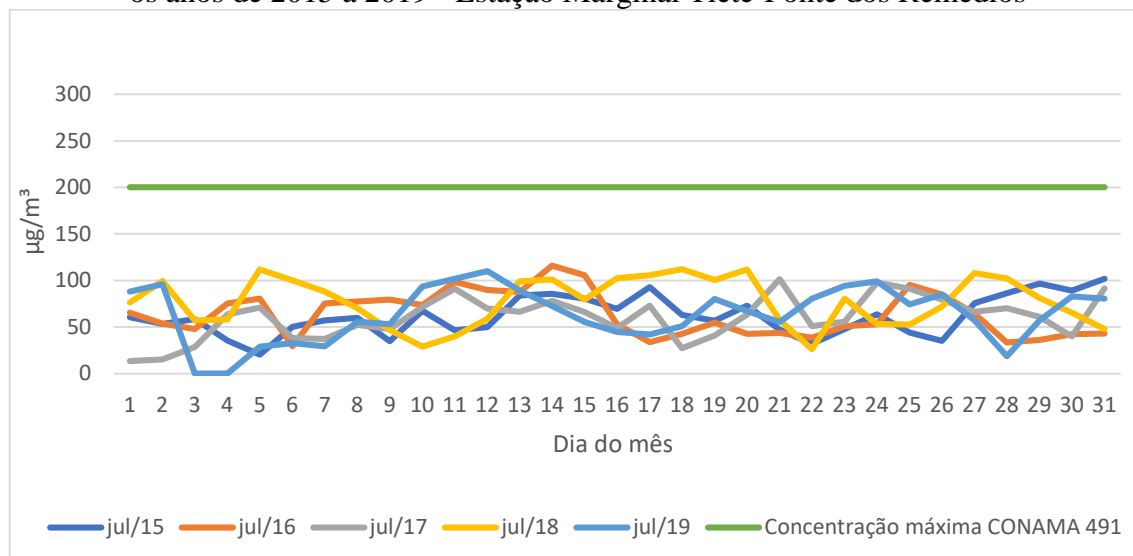
Figura 13 - Gráfico da Concentração máxima de material particulado (MP2.5) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios



Fonte: Próprio autor

As concentrações de NO<sub>2</sub> (Dióxido de nitrogênio) analisadas permaneceram dentro da faixa máxima permitida, ficando de acordo com a legislação ambiental.

Figura 14 - Gráfico da concentração máxima de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) no mês de julho para os anos de 2015 a 2019 - Estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios



Fonte: Próprio autor

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a revisão literária e estudo de caso avaliado desse artigo, observa-se que embora a qualidade do ar seja tema cuja preocupação iniciou-se na década de 1960, e não obstante grande cidades como Rio de Janeiro e São Paulo sejam monitoradas por sistemas de telemetria, a situação atual ainda mostra-se muito aquém do deveria após o transcurso de 60 anos.

Avaliando os dados de monitoramento das estações selecionadas, pode-se concluir que apesar de não ser identificada piora nas emissões atmosféricas, é certo que a população convive há anos com um ar cujos parâmetros estão acima dos limites preconizados pela Organização Mundial de Saúde, em cerca de 50% a depender da substância.

Portanto, o desafio atual para atendimento dos parâmetros da Resolução CONAMA nº 491/18 – decorrentes das recomendações da própria OMS perpassa, primordialmente, pelo desenvolvimento de políticas públicas efetivas para adaptação e mitigação do crescimento desordenado dos centros urbanos, viabilizando, de fato, cidades resilientes e engajadas em medidas de controle do ar e, por consequência, com a redução dos efeitos que decorrem de sua má qualidade, como as mudanças climáticas.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>, acesso em 25.mar.20.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 491, de 18 de novembro de 2018. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>, acesso em 25.mar.20.

BRASIL. Lei Federal nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm), acesso em 25.mar.20.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm), acesso em 25.mar.20

BRASIL. Decreto nº 49.974-A, de 21 de janeiro de 1961. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-49974-a-21-janeiro-1961-333333-publicacaooriginal-1-pe.html>, acesso em 25.mar.20

SÃO PAULO. CETESB. Qualidade do Ar. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/>, acesso em 25.mar.20.

RIO DE JANEIRO. Instituto Estadual do Ambiente – INEA. Monitoramento do Ar – Emissões e Qualidade. 2020 Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Monitoramentodoar-EmiQualidade/index.htm?lang=PT-BR>, acesso em 15.mar.20.

CAVALCANTI. Paulina Maria Porto Silva. Modelo de Gestão da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva. COPPE UFRJ. 2010. Disponível em: [http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Paulina\\_Maria\\_Porto\\_Silva\\_Cavalcanti.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Paulina_Maria_Porto_Silva_Cavalcanti.pdf), acesso em 25.mar.20.

OLIVERA. Vinicius. A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e ambiente. Fundação Oswaldo Cruz. 2008. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4340/2/386.pdf>, acesso em 25.mar.20.

TEIXEIRA, Luciana Souza, BRESSANE, Samir Borges, NÓBREGA, Marcelo de Jesus Rodrigues da. Monitoramento da Qualidade do Ar – Diagnóstico das Tecnologias e da Rede de Monitoramento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/749>, acesso em 25.mar.20.

MEIRELES. Hely Lopes. Aspectos Legais Relacionados com a Poluição do Ar. 1966 Disponível em: <https://pge.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=NTE%20Ng%20C%20>, acesso em 25.mar.20.

PHILIPPI JUNIOR. Arlindo. Controle de Poluição Ambiental Implantação de Sistema de Funcionamento. 1987. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-26072016-145516/publico/DR\\_183\\_Philippi\\_Junior\\_1987.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-26072016-145516/publico/DR_183_Philippi_Junior_1987.pdf), acesso em 25.mar.20.

FELIN. Bruno. Veja onde é feito o monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/06/veja-onde-e-feito-o-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil>, acesso em 27.mar.20